

⑫ 公開特許公報(A)

2322
昭63-247051

⑤ Int. Cl.

B 41 J 3/04

識別記号

1 0 3

庁内整理番号

A-7513-2C
H-7513-2C

⑬ 公開 昭和63年(1988)10月13日

審査請求 未請求 請求項の数 60 (全16頁)

⑭ 発明の名称 バルス滴付着装置およびバルス滴付着装置の製造方法

⑮ 特 願 昭63-3663

⑯ 出 願 昭63(1988)1月11日

優先権主張 ⑰ 1987年1月10日 ⑱ イギリス(GB) ⑲ 8700531

⑳ 発 明 者 アラン ジョン マイ アメリカ合衆国イリノイ州 60143 イタスカ ブラニン
ケルズ グ ドライブ ウェスト 1800㉑ 発 明 者 アンソニー デビッド イギリス国ケンブリッジ ロングスタントン ストリート
パットン マイケル ミルズ レーン 51㉒ 出 願 人 エイエム インターナ アメリカ合衆国イリノイ州 60606 シカゴ シュート
ショナル インコーポレーテッド 900 ウェスト ウォツカー ドライブ 333㉓ 代 理 人 弁理士 齊藤 武彦 外1名
最終頁に続く

明細書の浄書(内容に変更なし)

明 細 書

1 [発 明 の 名 称]

バルス滴付着装置およびバルス滴付着装置の製造方法

2 [特 許 請 求 の 範 囲]

(1) 液滴噴射ノズルと、該ノズルが接続され噴射されるべき液体をノズルに供給する圧力チャンバーと、圧電物質およびそれに電界を印加する電極手段からなる剪断モードアクチュエータと、該アクチュエータの作動によりノズルから噴射された液体をチャンバー内に補充する給液手段とからなり、前記電極手段間に印加された電界によつて前記アクチュエータが電界方向に剪断モードで前記チャンバー内に動き、該チャンバー内の液体の圧力を変化させることにより前記ノズルから液滴を噴射するようにアクチュエータが設けられている、バルス滴付着装置。

(2) 前記チャンバーが、前記アクチュエータが少なくとも

その一部を形成する側壁を有し、それによりチャンバーの液体とアクチュエータとが密接に結合する、特許請求の範囲第1項記載のバルス滴付着装置。

(3) 前記チャンバーが一對の対向する長辺の側壁と一對の対向する短辺の側壁とから形成される長方形の断面積を有し、前記アクチュエータが該長辺の側壁の少なくとも一つの部分をなす、特許請求の範囲第2項記載のバルス滴付着装置。

(4) 前記チャンバーが流路からなり、前記剪断モードアクチュエータが前記流路に沿つて伸びる内壁面と外壁面を有する圧電物質の壁内に設けられ、前記電極手段が該壁面に垂直な方向に電界を印加するために該壁面に設けられた電極からなり、前記圧電物質が流路を横切る電界方向に剪断モードで変形してノズルから液滴を噴射するように設けられている、特許請求の範囲第1項記載のバルス滴付着装置。

(5) 前記アクチュエータがノズルから流路の大部分の長さだけ伸びている、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(6) 前記アクチュエータが前記内・外壁面に垂直に伸びる対向する平行な端面を有し、該端面に沿ってアクチュエータが流路が液密状に接続され、該端面の一つが流路に堅く接続され、ストリップ・シールが該端面のもう一つを流路に接続している、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(7) 前記流路が対向する天壁と底壁および該天・底壁の間にはさまれた対向する側壁からなる長方形の断面を有し、該側壁の一つが前記アクチュエータを形成し、前記ストリップ・シールが側壁に隣接する天壁の面全体に広がっている、特許請求の範囲第 6 項記載のパルス滴付着装置。

(8) 前記流路が対向する天・底壁と対向する側壁とからな

対の一つの電極が内・外壁面の各長辺に設けられ、各壁面の同一面上の電極が横方向に間隔をあけられ、対向する各対の各電極間にそれぞれ逆方向の電界をアクチュエータに印加することにより、アクチュエータを流路を横切る方向に変形させる、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(12) 前記アクチュエータが上部壁・下部壁とその間の非変形部からなる、特許請求の範囲第 11 項記載のパルス滴付着装置。

(13) 前記流路が対向する天壁・底壁と対向する側壁からなる長方形断面を有し、該側壁の一つがアクチュエータを与え、側壁と底壁が圧電物質を含む単片からなる、特許請求の範囲第 9 項記載のパルス滴付着装置。

(14) 前記流路が圧電物質の二つの同様な片からなり、該片のそれぞれが三角断面の溝をもつた対応する辺に形成さ

る長方形断面を有し、該側壁の一つがアクチュエータを形成し、側壁と底壁が圧電物質を含む単片から形成されている、特許請求の範囲第 6 項記載のパルス滴付着装置。

(9) 前記アクチュエータが逆方向に分極された上部・下部と、前記内・外壁面および流路の長辺に対し垂直に伸びる対向する端面とから形成され、該端面が流路に液密状に固着され、それによつて、印加された電界がアクチュエータを流路を横切る方向に変形させる、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(10) 前記アクチュエータが前記逆方向に分極された上部と下部との中間に、非変形部を有する、特許請求の範囲第 9 項記載のパルス滴付着装置。

(11) 前記アクチュエータが、内・外壁面および流路の長辺に対し垂直に伸び流路に固着された対向する端面から形成され、前記電極手段が二対の対向する電極からなり、各

れ、該片が溝とともに互いに面して固着されて流路を形成し、流路の二つの隣接する辺がそれぞれ圧電物質の同様の片によつて与えられている、特許請求の範囲第 9 項記載のパルス滴付着装置。

(15) 前記ノズルと前記給液手段がそれぞれ流路の反対端に設けられている、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(16) 前記給液手段がノズルによつて液体を補充するために流路に接続されている、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(17) 前記アクチュエータの内・外壁面が平面図で波形状になつている、特許請求の範囲第 4 項記載のパルス滴付着装置。

(18) 前記アクチュエータの内・外壁面が平行に伸びている、特許請求の範囲第 17 項記載のパルス滴付着装置。

(19) 前記電極がアクチュエータの弾性率よりも大きな弾性率を有する物質の層でコーティングされ、それによりアクチュエータのたわみ剛性を剪断剛性よりも大きくしている、特許請求の範囲第 1 項記載のパルス滴付着装置。

(20) 前記層が絶縁物質の層からなる、特許請求の範囲第 19 項記載のパルス滴付着装置。

(21) 前記電極が電極機能として必要とされる厚みよりも厚く設けられている、特許請求の範囲第 1 項記載のパルス滴付着装置。

(22) 前記圧電物質が鉛ジルコニウム・チタネート (PZT) のような分極強誘電セラミックである、特許請求の範囲第 1 項記載のパルス滴付着装置。

(23) 液滴噴射ノズルと、該ノズルがつかれノズルに噴射すべき液体を供給する圧力チャンバーと、圧電物質およびそれに電界を印加する電極手段からなる剪断モードアク

(26) 前記チャンバーが流路からなり、前記剪断モードアクチュエータが流路に沿って伸びる内・外面を有する圧電物質の壁であり、前記電極が該壁の長手方向に電界を印加するために該面に垂直に置かれ、前記圧電物質が電界および流路を横切る方向に剪断モードで変形してノズルから液滴を噴射するように配向されている、特許請求の範囲第 23 項記載のパルス滴付着装置。

(27) 前記アクチュエータ壁がノズルから流路の大部分の長さだけ伸びている、特許請求の範囲第 26 項記載のパルス滴付着装置。

(28) 前記アクチュエータ壁が、それに沿って流路に液密状に接続される内・外壁面に垂直に伸びる対向する平行な端面を有し、該端面の一つが流路および端面のもう一つを流路につないでいるストリップ・シールに固着されている、特許請求の範囲第 26 項記載のパルス滴付着装置。

チュエータと、該アクチュエータの作動によりノズルから噴射された液体をチャンバーに補充する給液手段とからなり、前記アクチュエータが前記電極手段による電界の印加の下で剪断モード変形するように方向づけられた結晶物質からなり、電界印加時にチャンバー内で変形してチャンバー内の圧力を変化させ、それによりノズルから液滴を噴射させるように設けられた、パルス滴付着装置。

(24) 前記チャンバーが、アクチュエータが少なくともその一部をなす側壁を有し、チャンバー内の液体とアクチュエータとが密接に結合している、特許請求の範囲第 23 項記載のパルス滴付着装置。

(25) 前記チャンバーが一对の対向する長辺側壁と一对の対向する短辺側壁とからなる長方形断面を有し、アクチュエータが該長辺側壁の少なくとも一つを与える、特許請求の範囲第 24 項記載のパルス滴付着装置。

(29) 前記流路が対向する天・底壁と対向する天・底壁の間の側壁とからなる長方形断面を有し、該側壁の一つがアクチュエータ壁をなし、ストリップ・シールが側壁とつながっている天壁の面全体に広がっている、特許請求の範囲第 28 項記載のパルス滴付着装置。

(30) 前記流路が対向する天・底壁と対向する側壁とからなる長方形断面を有し、該側壁の一つがアクチュエータ壁をなし、側壁と底壁が圧電物質を含む単片からなる、特許請求の範囲第 28 項記載のパルス滴付着装置。

(31) 前記アクチュエータ壁が長手方向に間隔をおかれた直列の電極を与えられ、該電極はそれぞれ内・外壁面に垂直に置かれ、壁の長手方向に互いに反対に電界を印加するような配置に電気的に接続されている、特許請求の範囲第 26 項記載のパルス滴付着装置。

(32) 前記アクチュエータ壁が互いに逆方向に配向された

上部・下部壁を有し、その内・外面および流路の長手方向に対して垂直に伸びるアクチュエータ壁の対向する端面が流路に液密状に固着され、それにより電界がアクチュエータ壁を流路を横切る方向に変形させる、特許請求の範囲第 26 項記載のパルス滴付着装置。

(33) 前記上部・下部壁の各々が壁の長手に沿って対応して間隔をあけられた直列の電極を設けられ、各電極は内・外壁面に対し垂直に設けられ、電極は壁の長手方向に互いに逆方向に電界が印加されるような配置に電気的に接続され、対応する電極間の上部・下部壁に隣接する電界の方向が互いに逆方向になっている、特許請求の範囲第 32 項記載のパルス滴付着装置。

(34) 前記流路が対向する天・底壁と対向する側壁とからなる長方形断面を有し、該側壁の一つがアクチュエータ壁をなし、側壁と底壁が圧電物質を含む単片からなっている、

滴付着装置。

(39) 前記給液装置がノズルによつて液体を補充するために流路につながれている、特許請求の範囲第 26 項記載のパルス滴付着装置。

(40) 前記アクチュエータの内・外面が平面でみて湾曲している特許請求の範囲第 26 項記載のパルス滴付着装置。

(41) 前記内・外面が平行にのびている特許請求の範囲第 40 項記載のパルス滴付着装置。

(42) 前記圧電物質がモリブデン酸ガトリニウム又はロツシエル塩である、特許請求の範囲第 23 項記載のパルス滴付着装置。

(43) 対向する天壁と底壁と、前記天壁と底壁間にのびており且つ対になった連続したアクチュエータ壁中にこれら対の各々の壁間に複数の分離した液体流路を生ずるように配された圧電物質の剪断モードアクチュエータ壁、前記流

特許請求の範囲第 32 項記載のパルス滴付着装置。

(35) 前記流路が圧電物質を含む二つの同様な片からなり、各片が三角断面の溝をもつた対応する辺に形成され、該片が互いに対面して溝と共に固着されて流路を形成し、その二つの隣接辺がそれぞれ圧電物質の二つの同様の片によつて与えられている、特許請求の範囲第 32 項記載のパルス滴付着装置。

(36) 前記アクチュエータ壁が、前記互いに逆方向に配向されている上部・下部壁の間に非変形部を有している、特許請求の範囲第 32 項記載のパルス滴付着装置。

(37) 前記中間の非変形部が上部・下部壁のいずれよりも上下方向に長い、特許請求の範囲第 36 項記載のパルス滴付着装置。

(38) 前記ノズルと前記給液手段がそれぞれ流路の反対端に設けられている、特許請求の範囲第 26 項記載のパルス

路から噴射された液滴の補充のために前記流路に液体を供給する液体供給手段及びその内に作動電界を形成するために前記アクチュエータ壁上に設けられた電界電極手段とからなり、前記アクチュエータ壁が前記作動電界によつて偏向されるように配されていて前記流路内の液体に圧力変化をもたらしそこから液滴の噴射を行なうようにしてなるマルチ流路アレイ・パルス液滴付着装置。

(44) 前記流路が流路の巾より短かい長さで分けられている、特許請求の範囲第 43 項記載の装置。

(45) 前記底壁及びアクチュエータ壁が圧電物質を含む単一材料片でつくられている、特許請求の範囲第 43 項記載の装置。

(46) 前記アクチュエータ壁と面している前記天壁の表面上に密封細片がもうけられている、特許請求の範囲第 43 項記載の装置。

(47) 前記アクチュエータ壁の各々が上部と下部からなり、前記流路に対し剪断モードで変形してそこから液滴を噴射するように設けられてなる、特許請求の範囲第 4 3 項記載の装置。

(48) 前記天壁と前記アクチュエータ壁の上部が圧電物質を含む単片でつくられており、前記底壁と前記アクチュエータ壁の下部が圧電物質を含む別の単片でつくられている、特許請求の範囲第 4 7 項記載の装置。

(49) 各流路が天壁と底壁間にのびる不活性壁によつて二つの流路に分かれている、特許請求の範囲第 4 3 項記載の装置。

(50) 前記圧電物質が、チタン酸鉛ジルコニウム (PZT) のような、前記天壁及び底壁を直角方向にポールした圧電セラミック物質であり、前記電極手段が前記天壁及び底壁と直角に配した前記アクチュエータ壁の対向面に設けた電

f) ノズルと給液手段を該液体流路に設ける

ステップからなる、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置の製造方法。

(53) さらに、二層の圧電物質を前記底壁に供給し、直立壁を供給するために該二層の両方を通して伸びる溝を形成し、流路を横切る同一方向に剪断モードで変形させるために電極をそれぞれ設けて電界を印加するときに各直立壁の上部・下部を適合させるステップを有する、特許請求の範囲第 5 2 項記載の方法。

(54) さらに、圧電物質の層を底・天壁のそれぞれに設け、該圧電物質の各層内の対応する空間に多数の平行な溝を形成して底・天壁に直立壁を設け、天壁に設けられた直立壁を底壁に設けられた対応する直立壁に固着することにより天壁を底壁の直立壁に固着し、底・天壁上の直立壁が、電界を印加されたとき流路を横切る方向に変形するように適

合からなる、特許請求の範囲第 4 3 項記載の装置。

(51) 前記圧電物質がガドリニウム・モリブデート又はロッシェル塩のような結晶であり、前記電極手段がアクチュエータ壁および流路に対し垂直に設けられている電極からなる、特許請求の範囲第 4 3 項記載のマルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

(52) a) 圧電物質の層で底壁を形成し、

b) 該底壁内に、該圧電物質の層を通して伸びる多数の平行な溝を形成し、連続する溝の間に圧電物質の壁を形成し、該壁の対向する対がその間にそれぞれ液体流路を画成し、

c) 該壁が流路を横切る方向に剪断モードで変形するように電界が印加される位置の壁に電極を設け、

d) 該電極に電気駆動回路手段を接続し、

e) 前記壁に天壁を固着して液体流路を閉じ、

合されるステップを有する、特許請求の範囲第 5 2 項記載の方法。

(55) さらに、その間に流路が画成されている各対の壁の間に直立非変形壁を設け、それにより各流路を縦に二つの流路に分割するステップを有する、特許請求の範囲第 5 3 項記載の方法。

(56) さらに、電極をそれぞれ前記非変形壁に設け、動作の間、該電極を同電位に保つことにより該非変形壁に剪断モードの変形を起こさせないようにするステップを有する、特許請求の範囲第 5 5 項記載の方法。

(57) 前記給液手段がノズルから離れた流路の端に設けられている、特許請求の範囲第 5 3 項記載の方法。

(58) 前記給液手段がノズルに隣接した流路の各端に設けられて、ノズルから噴射された流路内の液体を該ノズルを通して補充する、特許請求の範囲第 5 3 項記載の方法。

(59) P Z T が圧電物質として使用される、特許請求の範囲第 5 3 項記載の方法。

(60) ガドリニウム・モリブデート又はロッシェル塩のような圧電結晶が圧電物質として使用される、特許請求の範囲第 5 3 項記載の方法。

3. [発明の詳細な説明]

<産業上の利用分野>

本発明はパルス滴付着装置に関し、典型的には「滴出要求」インクジェット・プリンターのようなパルス滴インクジェット・プリンターに関するものである。

<従来の技術およびその問題点>

インクジェット・プリンターは、たとえば米国特許第 3 9 4 6 3 9 8 号、第 3 6 8 3 2 1 2 号、第 3 7 4 7 1 2 0 号の明細書に開示されている。これらの技術において、インク又は他の液体流路がインク噴出ノズルおよび貯液槽に

表される出力インピーダンスと、よくマッチングしない。さらに、上記ダイアフラム形および円筒形の圧電素子は、ともに、滴付着ヘッドが多流路配置になつているマルチ・ノズル高解像滴付着装置を作ることはいできない。

他の滴付着装置が米国特許第 4 5 8 4 5 9 0 号の明細書に開示されている。この装置は、圧電物質のシート上に設けられた直列の電極が、そのシートを電極間に伸びる個々の変形可能なセクションに分割するという剪断モードで作動する。そのシートはノーマル方向に極化され、各セクションの偏移が極方向に生じる。しかしながら、このような配置の素子は大量生産が困難である。また、高級パルス滴インクジェット・プリンターのような高密度での滴付着が要求される装置における、高密度流路配置を達成できない。

<発明の目的>

本発明の目的は、圧電素子の効率を改善し、液とノズル・

接続されている。圧電素子が流路の一部に設けられ、電圧パルスの印加に応じて振動して流路内の液体にパルスを生ずるので、液体の圧力が変化して流路から液滴が噴出することになる。

圧電素子の構造は、米国特許第 3 6 8 3 2 1 2 号では同軸円筒状のものが、また米国特許第 3 9 4 6 3 9 8 号、第 3 7 4 7 1 2 0 号ではダイアフラムが開示されている。しかし、ダイアフラム式ではたわみの間に顕著な内部仕事によつて作動するので効果的でない。また、ダイアフラムのような壊れやすい薄膜の圧電素子は、切られて 2 枚貼り合わされて液体流路に装着されるので大量生産にも向かない。円筒構造の圧電素子も薄い円筒状をしているので内部応力を発生し、圧電物質の量が相当多く使われているので、液滴噴出毎の全仕事は相当大きくなる。円筒状圧電素子の出力インピーダンスは、液体とノズル・アパーチャによつて

アパーチャの出力インピーダンスにマッチした、シングル又はマルチ流路のパルス滴付着装置を提供することにある。また、大量生産に適した圧電素子を有する同装置を提供することにある。また、従来装置よりも容易に高密度のマルチ流路配置を製造し得る同装置を提供することにある。さらに、たとえば 1 mm に 2 本以上の高密度の流路を有するマルチ流路配置の同装置を提供することにある。

<発明の構成>

本発明のパルス滴付着装置は、液滴噴射ノズルと、該ノズルがそこに接続されそこから液体を供給される圧力チャンバーと、圧電物質およびそれに電界を印加するための電極からなる剪断モード・アクチュエータ（圧電素子）と、該圧電素子の動作によりノズルから噴射されて減つた液をチャンバー内に補充する給液手段とからなり、電極間に印加された電界によつて圧電素子が剪断モードでチャンバー

に関して動き、チャンバー内の液圧を変えることによつてノズルから液滴を噴射することを特徴とするものである。

本発明の一実施例においては、圧電物質が剪断モードで偏移する水晶からなっている。マルチ流路配置の同装置を作るために、多くの適用がある。この装置に圧電素子を使うのは、その構造が簡単でエネルギー効率が比較的よいためである。効率上、圧電素子の出力インピーダンスが流路の液体およびノズル・アパーチャの出力インピーダンスとマッチすることが必要である。マルチ流路配置に対し、駆動電圧と電流が安価なLSIシリコンチップを用いてマッチして得られることが必要である。また、高密度の滴付着ヘッドを作ることが有利なので、せいぜい1列か2列のノズル・アパーチャでよい。また、単一の圧電部分を数百・数千の個々の流路に変換することにより、マルチ流路配置の滴付着ヘッドを大量生産する必要がある。

り、剪断モードの圧電素子壁が各電界によつて横に偏移するような方向に置かれて、流路内の液圧を変化させることにより液滴を噴射させるマルチ流路配置のパルス滴付着装置である。

また本発明は、圧電物質の層を有する底壁を形成し、該底壁内に圧電物質の層を通して伸びる複数の平行な溝を形成し、対向する各対の壁がそれぞれ液体流路を形成し、壁の剪断モード偏移が流路に対し横になるような方向に電界が印加されるように電極を設け、該電極に電源を接続し、天壁を前記壁に設けて液体流路および給液手段を封止するステップからなるマルチ流路配置のパルス滴付着装置の製造方法からなる。

以下、図によつて本発明を具体的に説明する。

第1(a)図は本発明の一実施例よりなるシングル流路パルスインク滴プリントヘッドの側断面図、第1(b)図は第1(a)

円筒状圧電素子のエネルギー効率が十分でないことは、すでに述べた。高密度配置でダイアフラム形の圧電素子を用いる装置を大量生産することは不可能である。また、高密度配置は従来の剪断モードシステムでは達成できない。マルチ流路の滴付着ヘッドに対する要求は、ダイアフラム形又は円筒形の圧電素子では満たされない。本発明の目的は、上記従来技術よりも上記要求をよく満たすことのできる、改良されたマルチ流路配置の滴付着装置およびその製造方法を提供することにある。

この目的を達成するため、本発明は、天部・底部および天部と底部の間に伸びる圧電物質の剪断モード壁 - 連続する各対の壁が複数の個々の液体流路を区画する - と、該流路にそれぞれ接続された複数のノズルを有するノズル手段と、液を各チャネルに補充する給液手段と、剪断モード壁に設けられ各電界を印加するための電極手段とからな

図のA-A矢視断面図、第1(c)図は電圧が印加された状態を示す同断面図である。

第1(a)~1(c)図において、シングル流路パルスインク滴プリントヘッド10は底壁20および天壁(カバー)22からなり、その間にシングルインク流路24がサンドイッチ状に形成されている。流路は片側を硬壁26で、またもう一方の側を剪断モードのアクチュエータ30によつて閉じられている。硬壁26、アクチュエータ30、底壁20および天壁22は、それぞれ流路24の全長だけ伸びている。

剪断モードアクチュエータは、第1(b)図のようにZ軸方向に分極された圧電セラミック、好ましくは鉛ジルコニウム・チタネート(PZT)の壁30からなっている。壁30は第1(c)図の矢印320、330で示されるように反対方向に分極された上部32および下部33からなっている。

上部 3 2 と下部 3 3 は界面 3 4 で互いに接合し、それぞれ天壁 2 2 と底壁 2 0 に堅く結合されている。上部 3 2 と下部 3 3 は、圧電物質のモノリシック壁の部分と交互になす。側面 3 5、3 6 は金属化されて、3 5、3 6 の全高・全長を覆う金属電極 3 8、3 9 をなす。

流路 2 4 は一端をノズル 4 0 を有するノズルプレート 41 で閉じられ、もう一端をチューブ 4 6 でインク溜 4 4 (図示せず) に接続されているインク供給チューブ 4 2 で閉じられている。代表的には流路 2 4 の断面積は $(20 \sim 200) \mu\text{m} \times (100 \sim 1000) \mu\text{m}$ で長さは $10 \sim 40 \text{ mm}$ であるので、長い外觀比を有している。アクチュエータ壁 3 0 は、流路の長方形断面の長辺の一つを形成している。

壁 3 0 の上部 3 2 と下部 3 3 は、電圧 V が印加されたとき、底壁 2 0 と天壁 2 2 に平行で、固定線にある軸の回り

れるので、壁 3 0 に垂直な流路寸法も小さい。

このようにしてなされるインク内の圧力の分散は、もし圧力が最低値を越えているなら、ノズル 4 0 から噴射されるべきインクの滴出をもたらし、これはインクおよびアクチュエータ内に貯えられたエネルギーを分散させるために、流路長だけ動く音響圧ステップ波のせいによる。この圧力波がノズルから遠ざかるにつれ、体積歪すなわち圧縮は周期 L/a (a はインクの音響速度係数、 L は流路長) でノズル出口アパーチャからインク流を生ずる。この周期の間、インク滴が噴出する。時間 L/a 後に、圧力が負になり、インクの噴出が止み、印加電圧が除かれる。次に、圧力波が弱められるので、流路から噴射されたインクはインク供給手段から補充され、滴噴射サイクルがくり返される。

上記の剪断モードアクチュエータは、アクチュエータと流路の寸法が最適に選択されたときには、インク内の圧力

に剪断モードで回転する多くの薄層として振舞う。これが、固定線からの距離が増すにつれ薄層が横に動くという効果を生ずる。こうして、壁 3 0 の上部 3 2 と下部 3 3 は、第 1(c)図のように \rangle 形に偏移する。

シングル流路プリントヘッド 1 0 は、電圧パルス V を電極 3 8、3 9 に印加することに応じて、インク滴を噴射することができる。各パルスは、分極 Z 軸に垂直なアクチュエータ壁 3 0 の二つの部分において Y 軸方向に電界を形成する。これにより圧電セラミック内に剪断変形を引きおこし、第 1(c)図のようにアクチュエータ壁 3 0 を Y 軸方向にインクジェット流路 2 4 内に偏移させる。この偏移によって、流路 2 4 の全長にわたってインクに圧力を与える。代表的には $30 \sim 300 \text{ KPa}$ (キロボスカ) の圧力がプリントヘッド 1 0 を作動するために加えられ、これはアクチュエータ壁 3 0 に垂直な小さな平均偏移によつてのみ得ら

れ、および噴射インク滴体積の点で最も効率がよい。アクチュエータ壁 3 0 を弾性率がセラミックのそれよりも大きな物質の薄層で堅くすることにより、改良され得る。たとえば、金属電極 3 8、3 9 の厚さが電極としてのみ要求される厚さよりも大きく、かつ圧電セラミックの弾性率よりも大きな弾性率をもつた金属で構成されているなら、壁 3 0 は剪断硬さを顕著に増さないで靱性硬度を実質的に増すことになる。この目的のために、ニッケル又はロジウムが適する。こうして、壁 3 0 とインク流路 2 4 の厚みが軽減され、さらにコンパクトなプリントヘッド 1 0 ができる。同様の効果が、酸化アルミニウム Al_2O_3 や窒化ケイ素 Si_3N_4 のような物質 - 圧電セラミックよりも硬い - を壁面に塗ることにより得られる。

上記剪断モードアクチュエータは従来のダイアフラム形や円筒形の圧電素子よりもよい点を多く有している。剪断

モードで使われる圧電セラミックスは、他のモードの圧電歪とは結合しない。剪断モードアクチュエータはプリントヘッドの周囲にエネルギーを分散させることなく、効率よく流路を変形できる。このようなアクチュエータのたわみはインク内に貯えられたエネルギーと結合したエネルギーを保持し、液滴噴射に利用できるエネルギーに貢献する。硬い金属電極から得られる利点が、上記アクチュエータの形状からくる利点を補強する。音響圧力波を使つて作動する長い外観比のインク流路内に上記アクチュエータが設けられると、アクチュエータのコンプライアンスがインクのコンプライアンスと密接に結合し、非常に小さなアクチュエータの偏移(5~200nm)がインク滴の変形に十分な体積変形をひきおこす。これらの理由により、剪断モードアクチュエータは物質の使用およびエネルギーの点で非常に効率的であり、デザイン上で融通がきき、低電圧電子駆

断モードアクチュエータは、ストリップ・シール54を有するカンチレバー・アクチュエータである。これは、Z軸方向に分極され、インクジェット流路の全長にわたって伸びる圧電セラミック52の単片からなっている。底壁20と天壁22との間に伸びるセラミックの壁面55、56は金属電極58、59で全面覆われて金属化している。セラミック52は一端を底壁20に強く結合され、ストリップ・シール54によつて天壁22につながっている。

電界を印加することによりアクチュエータ内で剪断モード歪が生じ、流路内のインクの圧力を変化させる。アクチュエータと流路の寸法を慎重に選び、金属電極58、59の寸法とコンプライアンスをも最適に選ぶと、アクチュエータは最善の特性を発揮する。

第3(a)、3(b)図においては、ストリップ・シール541が固定壁26とアクチュエータ50にわたつて天壁22の

動回路を用いて集積化できる。

シングル流路剪断モードアクチュエータ(圧電素子)は、第2~7図に示すようないろいろな形状に構成できる。第2~5図および第7図に示されている各アクチュエータは、分極された物質から形成され、分極軸Zが底壁20と天壁22との間に伸びるアクチュエータ壁面に平行であり、印加電界の方向がZ軸および流路軸に垂直であることが特徴である。アクチュエータの偏移は電界軸Yに沿っている。いずれの場合も、アクチュエータが長い外観比の音響流路の一つの壁を形成しているので、流路側面に作用する小さな壁の変形によつて振動が達成される。液滴噴出は音響移動波による圧力分散の結果である。

第2(a)、2(b)図に、ストリップ・シール・アクチュエータと呼ばれる剪断モードアクチュエータが示されている。この例において、インクジェット流路24を囲んでいる剪

全面に設けられている。この例のストリップ・シール541は構造的には有利であるが、上記パラメータを最適にした後では、第2(a)、2(b)図のストリップ・シール54よりも効率が劣る。

第4(a)、4(b)図においては、剪断モードアクチュエータ60が天壁22・底壁20に垂直なZ軸方向に分極された圧電セラミック61の単片からなっている。セラミック片61は底壁20および天壁22に強く接合されている。壁面65、66は下半分を金属電極68、69で、上半分を金属電極68'、69'で覆われて金属化し、下側の電極68、69と上側の電極68'、69'には第4(b)図のようにそれぞれ逆方向に電圧Vが印加される。セラミック61内の電界がそれぞれ破壊電圧未満になるように、電極68と68'の間、および電極69と69'の間に十分なギャップが設けられている。第4(a)、4(b)図のアクチュエータ60はセラ

ミック 61 の単片からできているが、その下部と上部とで互いに逆方向の電界が印加されるような電極構造なので、第 1(a)、1(b)図の二つのパートをもつアクチュエータ 30 の剪断変形とよく似た剪断変形をする。

第 5(a)、5(b)図においては、アクチュエータ 400 は Z 軸方向に分極された上部変形部 401、下部変形部 402、およびその間の非変形部 410 を有している。電極 403、404 が上部変形部 401 の両側に、電極 405、406 が下部変形部 402 の両側に設けられている。上部・下部変形部 401・402 が逆方向に分極されているなら、電圧 V は電極対 403・404 と 405・406 を通して Y 軸方向に同一方向に印加されるが、上部・下部変形部 401・402 が同一方向に分極されているなら、電圧 V は互いに逆方向に印加される。いずれの場合にも、アクチュエータ 400 の変形は第 5(b)図のようになる。

に、GMO の壁 500 が上部壁 502 と下部壁 504 を有し、これらは界面 506 で互いに固着されている。上部・下部壁 502・504 はそれぞれ矢印 a、b で示す面でカットされ、上部壁 502 内の矢印 a・b と下部壁 504 内の矢印 a・b とはそれぞれ互いに直交している。上部壁 502 の上面 508 と下部壁 504 の下面 510 とがそれぞれ固定され、上部・下部壁 502・504 にそれぞれ矢印 512・514 の方向に電界が印加されると、横方向の剪断モードの変形が生じる。破線 516、518、520 で示すように、この変形は界面 506 で最大であり、上面 508、下面 510 にむかつてゼロに減衰している。第 5(a)、5(b)図の例のように上部・下部壁 502・504 はその間に非変形部分を設けてもよい。この配置は変形度が PZT の 100 倍ある GMO にとつて適切である。第 6(b)図に、好ましい電極配置が示されている。すなわち、電極

第 1～5 図の例において、アクチュエータ壁 30 が界面 34 で接合されている第 1(b)図の場合以外は、底壁 20、側壁 26 およびアクチュエータ壁は圧電セラミックの単片又は 1 層以上の薄層のラミネートからなる長方形断面の物質からなり、溝を切つて流路 24 と側壁 26 を作り、周知の方法でアクチュエータ壁を電氣的に分極する。次に、天壁 22 を直接又はストリップ・シールを介して側壁の上面に設け、流路 24 の天部を閉じる。その後で、ノズル 40 を有するノズルプレート 41 が流路 24 の一端に固着される。

上記実施例中の圧電セラミックの代りに、ガドリニウム・モリブデート（以下、GMO という）やロツシエル塩のような物質を用いることもできる。これらの物質は特定の結晶軸方向に切られて用いられる無極性の物質であり、印加電界に垂直な方向に剪断変形する。第 6(a)図に示すよう

522、524 が壁 500 の両側に設けられ、さらに電極 526、528 が壁に沿つて等間隔位置になるように中間に設けられている。電極 522、528 は端子 530 に、電極 524、526 は端子 532 に接続されている。端子 530 - 532 間に電圧が印加されると、電極 522 - 526 間には電界 534、540 が、電極 526 - 528 間には電界 536、542 が、電極 528 - 524 間には電界 538、544 がそれぞれ矢印の向きに生じる。ロツシエル塩の場合も、上記 GMO と同様になる。

第 7 図（平面断面図）において、硬壁 26 と対向する電極付きのアクチュエータ壁（30、50、60、400）は平面図で曲りくねつた形状をしており、電極を厚くしたりコーティングしたりする代りに、そのわん曲形状で補強することができる。これは第 1～6 図の装置および第 9～10 図の装置にも適用できる。

アクチュエータ壁を補強する別の手段として、単一壁からなる壁をテーパにし、また二つの壁部分からなる壁の各変形部を根元から先端までテーパにすることがある。

「根元」とは壁又は壁部分の固定位置をさす。テーパ程度は、先端厚みが根元厚みの 80% 以上になることが好ましい。このようなテーパ配置においては、アクチュエータ壁先端にかかる電界の方がアクチュエータ壁根元にかかる電界よりも大きくなるので、根元よりも先端の方がより大きな剪断変形が起きる。また、最大たわみモーメントがかかったとき、根元の方が厚いので壁又は壁部分がより補強される。

今迄に説明したものと異なるシングル流路プリントヘッドの形状も、本発明の範囲内でなされ得る。たとえば第 8 図において、流路がカッティング又は他の方法によつて三角断面溝 801 を形成され、圧電セラミック又は圧電物質

端はノズル 618 を有するノズルプレート 617 がそれぞれ固着され、各アクチュエータ壁 603 の両側には電極 619、621 が金属化層として設けられている。各電極は絶縁材（図示せず）で受けられ、空間 615 に面している電極はアース 623 に接続され、流路 613 内に設けられている電極は、アクチュエータ駆動回路を与えるシリコン・チップ 625 に接続されている。すでに第 1～5 図で説明したように、電極を設けられるアクチュエータ壁の壁面は厚みを増すかコーティングすることにより補強され、又は第 7 図のように波形にわん曲させることにより補強され得る。各流路の電極に印加された電圧によつて、流路に面した各壁が流路にむかつて変形し、流路内のインクに圧力が加えられる。この圧力分散によつて、周期 L/a (L : 流路長、 a : 音響圧力波の速度) で流路からインク滴が噴射される。音響波の圧縮が完全になされるために、時間

薄層からなる二つの同じ圧電物質 803 に囲まれている。

圧電物質 803 の層の界面 805 は、圧電物質 803 の層に電極 807 を設けた後に、接合・固着されて流路を形成する。このようにして作られたアクチュエータは第 1(a)、1(b)図のもののように二つの部分からなる壁を有しているが、各壁部分は流路の二つの隣接した側壁を形成している。

第 9(a)、9(b)図において、パルス滴インクジェットプリントヘッド 600 は底壁 601、天壁 602、およびその間の剪断モードアクチュエータ壁 603 からなり、アクチュエータ壁 603 は、矢印 609、611 で示すように天壁・底壁に垂直な方向に互いに逆に分極されている上部壁 605、下部壁 607 からなっている。アクチュエータ壁 603 は一対となつてその間に流路 613 を形成し、かつ、次の一対のアクチュエータ壁 603 の間には、流路 613 よりも狭い空間 615 を形成している。各流路 613 の一

L/a だけ、電圧パルスが電極に印加される。時間 L/a が経過する前に電圧パルスを切るか、電圧の大きさを変えることにより、インク滴の大きさはより小さくなる。この技術はトーンおよびカラープリンティングにおいて有用である。

プリントヘッド 600 は、まず、圧電セラミックの分極層を底壁 601・天壁 602 にラミネートすることにより作られる。各セラミック層の厚みは上部壁 605・下部壁 607 の高さに等しい。次に、平行な溝がダイヤモンド屑を平行に散らした円板の回転によつてカットされ、又は流路 613 と空間 615 の幅だけ指示されたレーザーによつてカットされる。流路の線形密度に依存して、円板の 1 以上の回転によりカッティングがなされる。次に、真空蒸着によつて電極が分極壁面に形成され、続いて絶縁層が設けられ、上部壁 605 と下部壁 607 が接合・固着されて流

路613と空間615が形成される。次に、その中にノズル618が穿孔されているノズルプレート617が、流路と空間の一端に接合され、流路と空間の他端がアース623とシリコン・チップ625に接続される。

この構造により、1mm当り2以上の線密度で流路を有するパルスインク滴プリントヘッドを作り得るので、従来のプリントヘッドよりも高密度が達成される。プリントヘッドが、プリントの行を望ましい長さだけ伸ばせられるように相並んで設けられ、プリントの行にむかつて方向づけられ密に詰められたプリントヘッドの平行なラインが、高密度プリンティングを可能にする。各流路はそれぞれ独立に作動され、流路をカットして空間溝を間に設けた後、各流路の対応する側で壁を脱分極することは可能であるけれども、通常は流路毎に二つの変形可能な壁を有している。

これは通常、レーザーでキュリー点以上に加熱するか、

切断モードの変形は、混乱をひきおこすような顕著な縦方向の応力と歪を流路内に発生しない。また、底壁および天壁にラミネートされた圧電物質のシートに対し分極方向が垂直なので、圧電物質はシート状で便利に装着される。

第9～10図において、対向分極層を互いに接合・固着し、底壁と天壁に固着させ、その後で円板又はレーザーによつてカッティングすることにより流路613と空間615の溝が作られ得る。その後で電極と絶縁層が設けられ、次にノズルプレート617が固着され、最後にアースとシリコン・チップへの接続がなされる。

第9(a)、9(b)図の構造の変形として、圧電物質の単シートが垂直に分極され、分極は隣の上表面と下表面では逆方向になつてゐる。逆方向に分極された中間域は非変形域である。シートが底層にラミネートされ、次に流路がカットされ空間溝が間に設けられ、対向分極層が底層にラミネートされ、

適切なマスキングによつて脱分極すべき壁を露出して残し、放射熱によつてその壁をキュリー点以上に上げるかすることによつてなされる。

第10(a)、10(b)図において、各流路613を変形可能な壁603の一つと非変形壁630の一つとによつてそれぞれ区画される側壁をもつ二つの流路に縦に分割する非変形壁630が形成され得る。壁630は既述したように脱分極によつて、又は第10(b)図のような電極配置、すなわち分極された壁630の両側の電極が同電位なので壁630は変形され得ず、変形可能な壁603の両側の電極には電界が印加されるので切断モード変形が生ずるという電極配置によつて、壁630が非変形壁となる。

第10(a)、10(b)図の構成のアクチュエータは第9(a)、9(b)図のそれよりも変形度が小さいので、作動にはより高い電圧とエネルギーが必要である。

その中に溝が作られる。底壁と天壁は交互に、それにラミネートされる圧電物質のシートを有し、圧電物質はそれが固着されるべき天壁の底に対し垂直に分極されている。圧電物質の各シートにさらに非変形物質のシートがラミネートされるので、それぞれ3層のアセンブリーが与えられ、その中で切断モードアクチュエータ壁を形成すべき溝が切られる。次に電極がアクチュエータ壁に設けられ、アセンブリーが互いに溝同士を固着することにより流路を形成し、流路の間に空間を形成する。

第1～7図に示された切断モードアクチュエータを採用することにより、マルチ流路配置が実現される。

上記実施例ではインク供給手段がノズルプレートから離れたインク流路の端に接続されているけれども、中間の他の点にも接続できる。さらに、第11図に示すように、ノズルによつてインク供給を効果的にすることもできる。ノ

ズルプレート 741 は流路から離れた面内に、各ノズル 740 の周囲に凹部 743 を有している。各凹部 743 はインク溜 744 に開口している端部を有している。流路がアクチュエータによつて圧力変化をもたらされると、音響波によつてノズル直上の開いたインク面からインク滴が噴射される。流路内のインクはインク溜 744 および凹部 743 を通して補充される。

上記実施例はパルス滴インクジェットプリンターに関するものであつたが、本発明は他の形式のパルス滴付着装置も含んでいる。例えば、動いているウェブ上に非接触でコーティングを施す装置や、フォトリソ、シーラント、エッチング材、希釈剤、写真現像液、染料その他の付着装置である。さらに、マルチ流路配置は圧電セラミックスの代わりに、GMO やロッシェル塩のような圧電結晶を用いることができる。

24 … シングル流路 30 … 剪断モードアクチュエータ壁
40 … ノズル 41 … ノズルプレート 50, 60, 400,
500, 603 … 剪断モードアクチュエータ壁 601 … 底壁
602 … 天壁 605 … 上部壁 607 … 下部壁
613 … 流路 615 … 空間 617 … ノズルプレート
618 … ノズル 619, 621 … 電極

特許出願人 エイ エム インターナショナル
インコーポレーテッド

代理人 弁理士 斉 藤 武 彦

同 弁理士 川 瀬 良 治

4. 図面の簡単な説明

第 1(a)図は本発明の一実施例よりなるシングル流路パルスインク滴プリントヘッドの側断面図、第 1(b)図はその A-A 矢視断面図、第 1(c)図は電圧印加時の同断面図、第 2(a)~5(b)図はそれぞれ本発明の実施例よりなるプリントヘッドの断面図、第 6(a)図は圧電素子の斜視図、第 6(b)図は 6(a)図の圧電素子に電極を設けた場合の斜視図、第 7 図は変形例よりなる流路の平面断面図、第 8 図は変形例よりなるプリントヘッドの断面図、第 9(a)図はマルチ流路パルスインクジェットプリントヘッドの断面図、第 9(b)図は同プリントヘッドの平面断面図、第 10(a)図は変形例よりなるマルチ流路プリントヘッドの断面図、第 10(b)図は電極を設けた状態を示す同断面図、および第 11 図は変形例よりなるノズルプレート付近の斜視図である。

10 … シングル流路パルスインク滴プリントヘッド

図面の浄書(内容に変更なし)

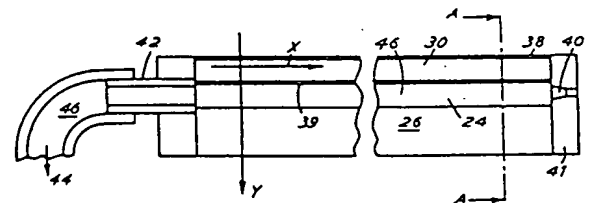


FIG. 1(a)

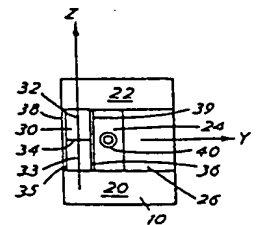


FIG. 1(b)

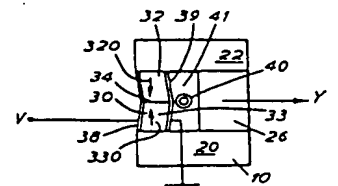


FIG. 1(c)

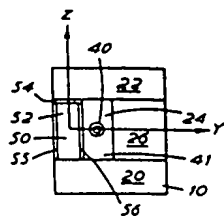


FIG. 2(a)

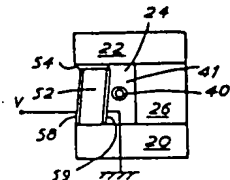


FIG. 2(b)

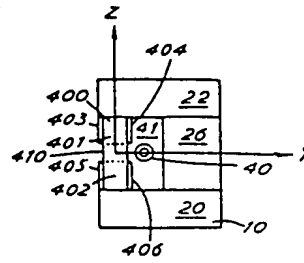


FIG. 5(a)

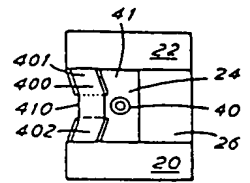


FIG. 5(b)

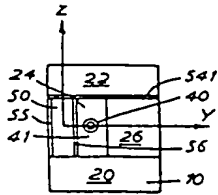


FIG. 3(a)

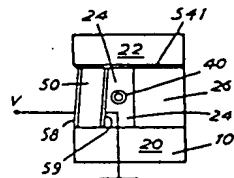


FIG. 3(b)

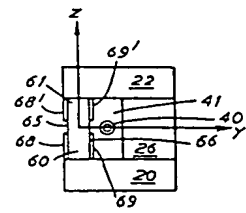


FIG. 4(a)

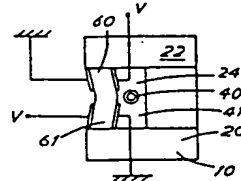


FIG. 4(b)

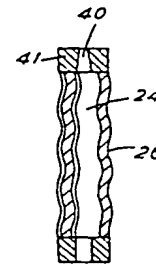


FIG. 7

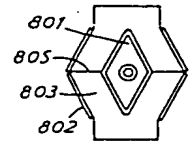


FIG. 8

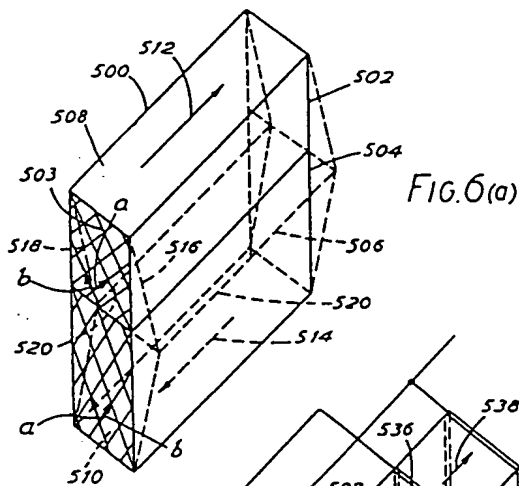


FIG. 6(a)

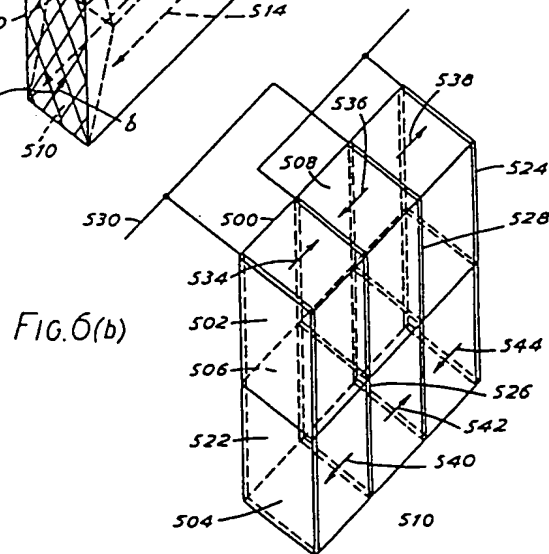


FIG. 6(b)

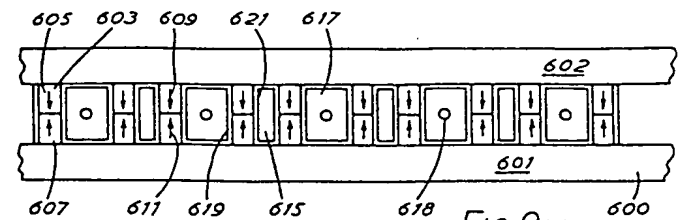


FIG. 9(a)

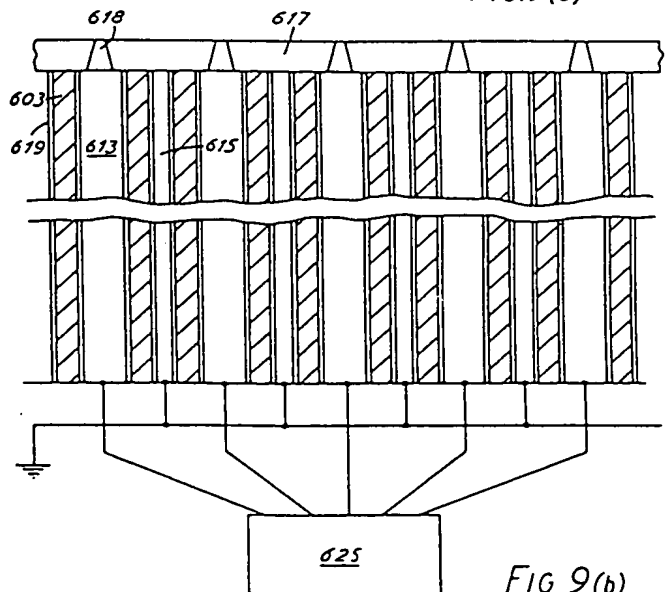


FIG. 9(b)

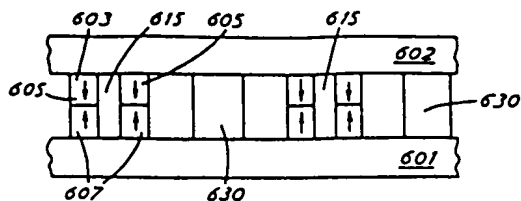


FIG. 10(a)

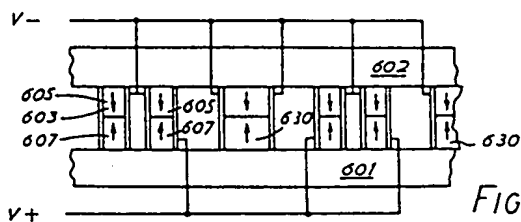


FIG. 10(b)

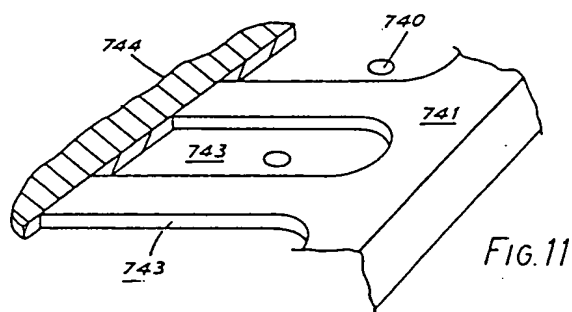


FIG. 11

第1頁の続き

優先権主張

⑫発明者

⑫発明者

⑫1987年1月10日⑬イギリス(GB)⑭8700533

ステファン テンプル イギリス国ケンブリッジ シービー3 オーエルエヌ ギ
ルトン ロード 66

ダブリュー スコット アメリカ合衆国イリノイ州 60640 シカゴ エヌ シャ
バーキイ リダン ロード 5445

昭和63年2月25日

特許庁長官 小川 邦夫 殿

1. 事件の表示

昭和63年特許願第3663号

2. 発明の名称

パルス滴付着装置およびパルス滴付着装置の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 エイ エム インターナショナル インコー
ポレーテッド

4. 代理人

107
住所 東京都港区赤坂1丁目1番18号
赤坂大成ビル (電話582-7161)

氏名 弁理士 (7175) 齊藤 武彦

5. 補正の対象

願書に添付の手書き明細書の浄書

6. 補正の内容

別紙のとおり、但し明細書の内容の補正はない。

63. 2. 25
出願第二誌

昭和63年3月30日

特許庁長官 小川 邦夫 殿

1. 事件の表示

昭和63年特許願第3663号

2. 発明の名称

パルス滴付着装置およびパルス滴付着装置の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 エイ エム インターナショナル インコーポレー
テッド

4. 代理人

107
住所 東京都港区赤坂1丁目1番18号
赤坂大成ビル (電話582-7161)

氏名 弁理士 (7175) 齊藤 武彦

5. 補正の対象

願書の特許出願人の欄および代理権を証明する書面
並びに図面の浄書

6. 補正の内容

別紙のとおり、但し図面の内容の補正はない。

特許庁
63. 3. 30